БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ. ГЕОЭКОЛОГИЯ

УДК 55:624.131.1

Ф.Ф. Брюхань, И.О. Коськин*
*ФГБОУ ВПО «МГСУ», *ООО НПО «Гидротехпрооект»*

ПРЕДПРОЕКТНОЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ПЛОЩАДОК РАЗМЕЩЕНИЯ МОБИЛЬНЫХ ГАЗОТУРБИННЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ НА РЕКРЕАЦИОННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Выявлены возможности размещения МГТЭС на трех площадках г. Сочи и определения максимального числа энергоблоков на каждой из них с учетом экологических критериев, относящихся к особо охраняемым природным территориям. Дана оценка различных факторов воздействия МГТЭС на природную среду. Установлена допустимость размещения на разных площадках от двух до четырех энергоблоков, работающих с использованием технологии подавления эмиссии оксидов азота. Результаты акустических расчетов показали, что на расстояниях приблизительно до 300 м будут наблюдаться превышения допустимого уровня шума для территорий жилой застройки. Отмечено, что уровни загрязнения поверхностных и подземных вод, почвы, количество отходов, нарушения геологической среды, теплового и электромагнитного загрязнения с учетом незначительного времени работы МГТЭС в течение года можно считать несущественными.

Ключевые слова: мобильная газотурбинная электростанция, природная среда, рекреационная территория, загрязнение атмосферы, акустическое загрязнение, поверхностные воды, подземные воды, почва, геологическая среда.

Нестабильность поставок электроэнергии потребителям, изношенность электроэнергетической инфраструктуры, аварии в электросетях и другие причины приводят к необходимости размещения резервных мощностей. Одним из эффективных типов резервных энергоисточников являются мобильные газотурбинные электростанции (МГТЭС) [1, 2]. Подобные энергоисточники начали эксплуатироваться в России 5—6 лет назад. Среди них зарекомендовали себя высокой эффективностью МГТЭС, оборудованные газотурбинными установками (ГТУ) серии FT8 компании Pratt & Whitney Power Systems мощностью в 22,5 МВт [3, 8].

С учетом важности надежного энергообеспечения объектов предстоящих Зимних Олимпийских игр в 2014 г. заинтересованными организациями было принято решение о строительстве трех МГТЭС в г. Сочи. Согласно Федеральному закону от 14.03.1995 г. № 33-ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях» г. Сочи находится на особо охраняемой природной территории федерального значения. Поэтому для территорий, прилегающих к площадкам намечаемого строительства МГТЭС, предъявляются особые экологические требования.

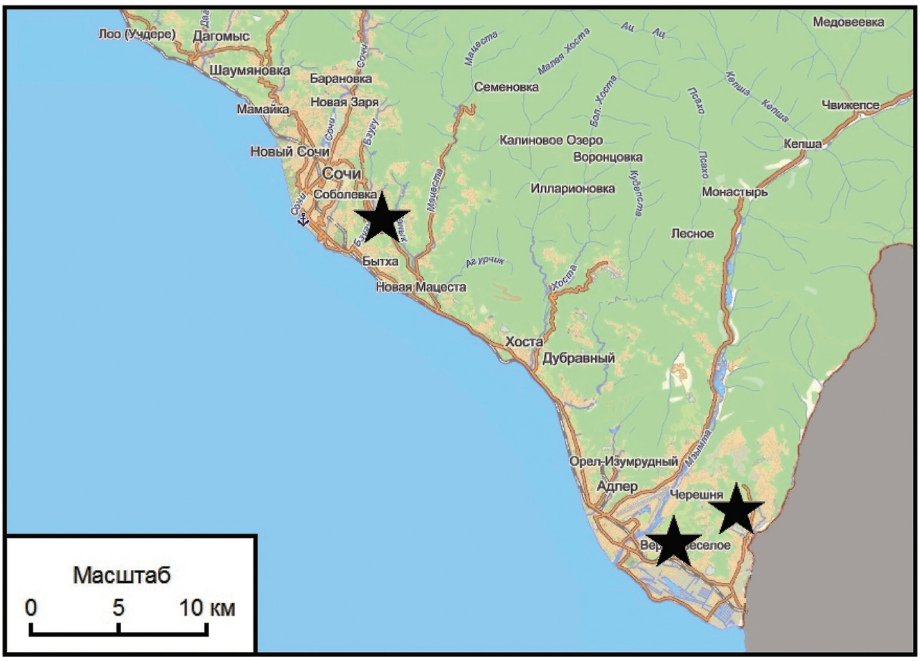
Так же, как и традиционные тепловые электростанции (ТЭС), МГТЭС оказывают определенное негативное воздействие на природную среду. Основные особенности МГТЭС заключаются в их относительно невысокой мощности и незначительной продолжительности работы (не более нескольких сот часов в году). Эти особенности указывают на сравнительно невысокий уровень их экологической опасности. Однако экологические последствия работы МГТЭС при выработке 1 кВт-ч в ряде случаев выше, чем при его производстве традиционными ТЭС. Это обстоятельство диктует

© Брюхань Ф.Ф., Коськин И.О., 2012

необходимость комплексной оценки воздействия МГТЭС на компоненты природной среды при обосновании выбора площадок их размещений.

Основные вопросы, касающиеся комплексного воздействия МГТЭС на природную среду, рассмотрены в [2], где подчеркивалось, что уровень отдельных воздействий в значительной степени зависит от природных и техногенных условий площадок МГТЭС и прилегающих к ним территорий. Поэтому при выборе каждой новой площадки МГТЭС соответствующие оценки негативных воздействий должны проводиться с детальным учетом таких условий. Совершенно очевидно, что это требование в наибольшей степени касается рекреационных территорий. В [8] установлено, что основные факторы негативного воздействия МГТЭС на природную среду — химическое загрязнение атмосферного воздуха и акустическое загрязнение территорий жилых застроек, расположенных вблизи МГТЭС. К второстепенным факторам относятся загрязнение поверхностных и подземных вод, почвы, нарушение геологической среды, производство отходов, тепловое и электромагнитное загрязнение.

В настоящее время рассматривается вопрос о строительстве трех МГТЭС: на территории с. Веселое Адлерского района, вблизи электроподстанции «Псоу» (площадка 1), на территории, прилегающей к ПАТП № 6 в Адлере (площадка 2), и на территории вблизи Сочинской ТЭС в Хостинском районе (площадка 3). Ситуационный план расположения площадок приведен на рис.



Ситуационный план расположения площадок МГТЭС

Настоящая работа выполнена с целью выявления возможности размещения МГТЭС на указанных площадках и определения максимального числа энергоблоков (ГТУ) на каждой из них с учетом экологических критериев, установленных для особо охраняемых природных территорий федерального значения.

Загрязнение атмосферного воздуха. Согласно требованиям СанПиН 2.1.6.575—96 [5] для курортной местности предъявляются особые требования к качеству атмосферного воздуха: не допускается превышение 0,8 ПДК$_{мр}$. Среди основных химических веществ, выбрасываемых из дымовых труб энергоблоков МГТЭС, работающих на сжигании авиационного керосина, наибольшую опасность представляют оксиды азота. Поэтому в большинстве случаев для сокращения их эмиссии используется технология DENOX (от словосочетания de-NO_x), предусматривающая впрыск обессоленной воды в камеру сгорания ГТУ. Решение о целесообразности использования такой технологии принимается уже на предпроектных стадиях строительства МГТЭС. Для рекреационных территорий целесообразность применения технологии DENOX очевидна.

Расчеты концентраций загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосфере при работе МГТЭС выполнялись при разном числе ГТУ, устанавливаемых на указанных площадках, с вариантами использования технологии DENOX и без нее. При выполнении расчетов по методике ОНД-86 [4] учтены основные климатические характеристики, фоновые концентрации ЗВ и условия рельефа местности в районе площадок, предоставленные ГУ «Специализированный центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Черного и Азовского морей» Росгидромета. Фоновые концентрации ЗВ приведены в табл. 1, показывающей, что содержание ЗВ за исключением оксида углерода в районе площадок МГТЭС невелико.

Табл. 1. Фоновое загрязнение атмосферного воздуха

ЗВ	Фоновые концентрации в долях ПДК$_{мр}$ для населенных мест		
	Площадка 1	Площадка 2	Площадка 3
Диоксид азота	0,28	0,33	0,50
Диоксид серы	0,022	0,024	0,000
Оксид углерода	0,36	0,36	0,80
Взвешенные вещества	0,28	0,42	0,20

Расчеты проводились для наиболее теплого месяца (июля) как наиболее неблагоприятного по условиям рассеивания ЗВ в атмосфере с учетом фонового загрязнения. Результаты расчетов показали, что наибольшие значения максимальных разовых концентраций ЗВ, которые могут быть созданы выбросами МГТЭС, достигаются на расстоянии 570…580 м от дымовых труб МГТЭС. Максимальные разовые концентрации ЗВ в узлах расчетной сетки и в контрольных точках (возле ближайших жилых домов) не превысят значений 0,8 ПДК$_{мр}$ при работе четырех ГТУ на площадках 1 и 2 и двух ГТУ на площадке 3 для варианта с применением технологии DENOX (табл. 2). В то же время расчеты показали, что при использовании ГТУ, работающих без технологии DENOX, превышение установленных санитарных норм будет происходить даже при работе одной установки.

Табл. 2. Результаты расчета наибольших значений максимальных разовых концентраций ЗВ, долях ПДК$_{мр}$ для населенных мест при установке различного числа энергоблоков на площадках МГТЭС

ЗВ	Число энергоблоков			
	1	2	3	4
Площадка 1				
Диоксид азота	0,42	0,57	0,69	0,75
Оксид азота	0,01	0,02	0,03	0,04
Диоксид серы	0,10	0,17	0,25	0,29
Оксид углерода	0,36	0,36	0,36	0,37
Углеводороды (по метану)	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Взвешенные вещества	0,29	0,32	0,32	0,32
Группа суммации концентраций ЗВ	0,32	0,45	0,59	0,65
Площадка 2				
Диоксид азота	0,43	0,53	0,63	0,73
Оксид азота	0,10	0,11	0,12	0,13

Окончание табл. 2

ЗВ	Число энергоблоков			
	1	2	3	4
Диоксид серы	0,08	0,14	0,19	0,24
Оксид углерода	0,50	0,50	0,50	0,50
Углеводороды (по метану)	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Взвешенные вещества	0,43	0,43	0,45	0,46
Группа суммации концентраций ЗВ	0,32	0,42	0,51	0,61
Площадка 3				
Диоксид азота	0,62	0,74	—	—
Оксид азота	0,18	0,19	—	—
Диоксид серы	0,08	0,14	—	—
Оксид углерода	0,80	0,80	—	—
Углеводороды (по метану)	< 0,01	< 0,01	—	—
Взвешенные вещества	0,22	0,22	—	—
Группа суммации концентраций ЗВ	0,14	0,24	—	—

Акустическое воздействие. Газотурбинная установка серии FT8 является источником шума высокой интенсивности. Шумовая характеристика одной такой установки приводится в табл. 3.

Табл. 3. Шумовая характеристика ГТУ серии FT8

Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								Эквивалентный уровень звука, дБА
63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
96	97	88	84	84	88	91	78	95

При выполнении акустических расчетов с учетом СНиП 23-03—2003 [7] на каждой площадке предполагалось размещение максимально возможного числа ГТУ, выявленного ранее при оценках степени загрязнения воздуха. Расчеты эквивалентного уровня звука выполнялись с помощью программного комплекса «Эколог-Шум» ООО «Фирма «Интеграл» для различных расстояний от акустических центров площадок: 100, 200, 300, 400, 500 м на высоте 1,5 м. Результаты расчетов показали, что на расстояниях приблизительно до 300 м будут наблюдаться превышения допустимого уровня звукового давления, регламентируемого санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [6] для территории жилой застройки. Поэтому при строительстве МГТЭС необходимо предусмотреть шумозащитные мероприятия, например такие, как установка заборов или экранов с шумопоглощающим покрытием. Конкретные рекомендации по шумовой защите территорий, прилегающих к площадкам, можно предложить после разработки ситуационных планов размещения ГТУ на площадках.

Прочие воздействия. Согласно [8] другие факторы негативного воздействия МГТЭС на природную среду носят второстепенный характер. Ниже рассмотрим некоторые из них.

Загрязнение поверхностных и подземных вод. В период эксплуатации МГТЭС образуются следующие виды сточных вод:

стоки с повышенным солесодержанием от обессоливающей установки обратного осмоса, используемой в технологии DENOX;

нефтесодержащие стоки;

дождевые и талые воды.

Для водоподготовки предусмотрена обессоливающая установка, работающая по принципу обратного осмоса. Рассол от модуля обессоливания отводится в дренажный бак и периодически вывозится на утилизацию. Нефтесодержащие стоки образуются при аварийных проливах топлива, а также от промывки топливных резервуаров. Эти стоки собираются в дренажный резервуар и также периодически вывозятся на утилизацию. Для предотвращения загрязнения поверхностных и подземных вод, а также почв от стоков дождевых и талых вод в процессе проектирования предусматривается организация рельефа территорий площадок МГТЭС в стороны, противоположные от естественных водных объектов. Стоки обычно направляются в дренажные канавы, заполненные щебнем для фильтрации и отстоя. Степень загрязнения поверхностных и подземных вод с учетом ранее выполненных оценок по объектам-аналогам [2] можно считать незначительной.

Отходы. На площадках МГТЭС образуются твердые отходы различных классов опасности (от 1- до 5-го):

отработанные и отбракованные ртутные лампы и люминесцентные ртутьсодержащие трубки;

отработанные турбинные и трансформаторные масла;

шлам от очистки топливных резервуаров, трубопроводов и емкостей;

мусор бытовых помещений;

обтирочный материал, отходы твердых производственных материалов, загрязненные маслами;

ионообменные смолы для водоподготовки, потерявшие потребительские свойства;

отходы от газоочистки (отработанные воздушные фильтры);

смет с территории.

Количество временно хранящихся отходов определяется с учетом требований технической и пожарной безопасности, а также сроков вывоза отходов. Как показывают оценки по объектам-аналогам, выполненные в [2], при соблюдении правил сбора, временного хранения и условий транспортировки отходов они не окажут значимого воздействия на окружающую среду.

Учитывая незначительное время работы МГТЭС в течение года, такие факторы, как загрязнение почвы, нарушение геологической среды, тепловое и электромагнитное загрязнение, можно считать несущественными.

Выводы. 1. С целью снижения выбросов оксидов азота при эксплуатации МГТЭС на рекреационных территориях целесообразно использование технологии DENOX. Результаты расчетов приземных концентраций ЗВ в атмосфере позволили установить возможность размещения на исследованных площадках от двух до четырех ГТУ, работающих с использованием такой технологии.

2. Результаты расчетов показывают, что на расстоянии приблизительно до 300 м от площадок МГТЭС будут наблюдаться превышения предельно допустимого уровня шума. Поэтому при строительстве МГТЭС необходимо предусмотреть шумозащитные мероприятия, например, установку заборов или экранов с шумопоглощающим покрытием.

3. Уровни загрязнения поверхностных и подземных вод, почвы, количество отходов, нарушения геологической среды, теплового и электромагнитного загрязнения с учетом незначительного времени работы МГТЭС в течение года можно считать несущественными.

4. Необходимые уточнения расчетов и оценок предусматриваются на стадии проектных работ.

Библиографический список

1. *Брюхань А.Ф., Брюхань Ф.Ф., Потапов А.Д.* Инженерно-экологические изыскания для строительства тепловых электростанций. М. : Изд-во АСВ, 2010. 192 с.

2. *Брюхань А.Ф., Черемикина Е.А.* Мобильные пиковые газотурбинные электростанции и окружающая среда. М. : Форум, 2011. 128 с.

3. *Виктор де Биаси.* Мобильная ГТУ MOBILEPAC. Выработка 25 МВт электроэнергии в день доставки на место // Газотурбинные технологии. 2006. № 1. С. 26—29.

4. ОНД—86. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. Л. : Гидрометеоиздат, 1987. 93 с.

5. СанПиН 2.1.6.575—96. Гигиенические требования к охране атмосферного воздуха населенных мест. М. : Госкомсанпиднадзор России, 1996.

6. СН 2.2.4/2.1.8.562—96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. М. : Госкомсанэпиднадзор России, 1996.

7. СНиП 23-03—2003. Защита от шума. СПб. : ДЕАН, 2004. 74 с.

8. *Черемикина Е.А.* Ранжирование типов воздействий мобильных пиковых газотурбинных электростанций на компоненты природной среды по степени их значимости // Сб. докл. 7-й Всеросс. науч.-техн. конф. «Современные проблемы экологии». Тула, 2010. С. 39—41.

9. 25 MW of Mobile Power. East Hartford (CT), Pratt & Whitney, 2010. 6 p.

Поступила в редакцию в марте 2012 г.

Об авторах: **Брюхань Федор Федорович** — доктор физико-математических наук, профессор **ФГБОУ ВПО «Московский государственный строительный университет» (ФГБОУ ВПО «МГСУ»)**, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, +7 (495) 922-83-19, pniiis-gip@mail.ru;

Коськин Игорь Олегович — ведущий инженер, **ООО Научно-производственное объединение «Гидротехпроект» (ООО НПО «Гидротехпроект»)**, 175400, Новгородская обл., г. Валдай, ул. Октябрьская, д. 55-а, ikoskin@yandex.ru.

Для цитирования: *Брюхань Ф.Ф., Коськин И.О.* Предпроектное геоэкологическое обоснование выбора площадок размещения мобильных газотурбинных электростанций на рекреационных территориях // Вестник МГСУ. 2012. № 5. С. 143—149.

F.F. Bryukhan', I.O. Kos'kin

GEO-ENVIRONMENTAL DUE DILIGENCE AIMED AT SELECTION OF SITES DESIGNATED FOR ACCOMMODATION OF MOBILE GAS TURBINE POWER PLANTS IN RECREATIONAL LANDS

Mobile gas turbine plants (MGTP) are the key sources of power designated to improve the safety of power supply in case of power deficit. In Russia, their pilot launch was initiated 5 - 6 years ago, and since then, they have demonstrated their high efficiency. In view of the upcoming Winter Olympic Games, organizations responsible for continuous power supply have resolved to build three MGTPs in Sochi. As Sochi is located in the natural area of preferential protection that has been granted Federal significance, construction and operation of the aforementioned facilities requires a detailed geo-environmental due diligence. Significant efforts have been exerted to substantiate the accommodation of MGTPs in three different sites and to identify the maximal number of power generators per site with account for the ecological restrictions imposed onto the natural areas of preferential protection.

The impact produced by MGTPs on the environment depends on their technological features and the appropriate natural and anthropogenic properties of their sites and adjacent lands. Therefore, selection of new sites must be backed by the assessment of negative consequences. This requirement applies mainly to recreational lands. Recent sources report that the principal factors of negative impact of MGTPs include the chemical pollution of the ambient air and the noise pollution of residential buildings located in the immediate proximity to MGTPs. Factors of secondary importance include the pollution of surface and underground waters, soils, intrusion into the geological environment, production of waste, thermal and electromagnetic pollutions.

The authors assess different factors of impact produced by MGTPs on the environment. As a result of the geo-ecological due diligence it has been discovered that the maximal number of power generators per site must not exceed 2–4, if the oxide emission technology is employed. At the same time, failure to employ the above technology must prevent any MGTPs from being installed there. Noise pollution assessments have demonstrated that acceptable noise intensity will be exceeded at the distance of up to 300 meters from the MGTP. Therefore, construction of MGTPs requires noise protection arrangements, for example, installation of specialized noise-absorbing fences or screens. It is noteworthy that soil pollution, geological environment pollution, thermal and electromagnetic pollution may be disregarded due to inconsiderable period of time while MGTPs are in operation. Adjusted calculations and assessments are to be made at the stage of the project development.

Key words: mobile gas turbine plants, environment, recreational lands, air pollution, noise pollution, surface waters, underground waters, soil, geological environment.

References

1. Bryukhan' A.F., Bryukhan' F.F., Potapov A.D. *Inzhenerno-ekologicheskie izyskaniya dlya stroitel'stva teplovykh elektrostantsiy* [Engineering and Ecological Surveying for Construction of Thermal Power Plants]. Moscow, ASV Publ., 2010, 192 p.

2. Bryukhan' A.F., Cheremikina E.A. *Mobil'nye pikovye gazoturbinnye elektrostantsii i okruzhayushchaya sreda* [Mobile Peak-Load Gas Turbine Power Plants and the Environment]. Moscow, Forum Publ., 2011, 128 pp.

3. Viktor de Biasi. Mobil'naya GTU MOBILEPAC. Vyrabotka 25 MVt elektroenergii v den' dostavki na mesto [Mobile GTU MOBILEPAC. Production of 25 MW of Electricity on the Day of Delivery onto the Location]. *Gazoturbinnye tekhnologii* [Gas Turbine Technologies], 2006, no. 1, pp. 26—29.

4. OND-86. *Metodika rascheta kontsentratsiy v atmosfernom vozdukhe vrednykh veshchestv, so-derzhashchihsya v vybrosakh predpriyatiy* [Methods of Calculating the Concentrations of Harmful Substances in Emissions of Enterprises]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1987, 93 p.

5. *SanPiN 2.1.6.575-96. Gigienicheskie trebovaniya k okhrane atmosfernogo vozdukha naselennykh mest* [Sanitary Norms and Rules. Hygienic requirements for the Protection of Atmospheric Air of Populated Areas]. *Goskomsanyepidnadzor Rossii* [State Committee of Russia in charge of Sanitary and Epidemiological Supervision], Moscow, 1996.

6. *SN 2.2.4/2.1.8.562-96. Shum na rabochikh mestakh, v pomeshcheniyakh zhilykh, obshchestvennykh zdaniy i na territorii zhiloy zastroyki* [Sanitary Norms 2.2.4/2.1.8.562-96. Noise at Workplaces, in Residential and Public Buildings and Residential Areas]. Goskomsanyepidnadzor Rossii [State Committee of Russia in charge of Sanitary and Epidemiological Supervision], Moscow, 1996.

7. *SNiP 23-03—2003. Zashchita ot shuma* [Construction Norms and Rules 23-03—2003. Noise Protection]. St.Petersburg, DEAN Publ., 2004, 74 p.

8. Cheremikina E.A. *Ranzhirovanie tipov vozdeystviy mobil'nykh pikovykh gazoturbinnykh elektrostantsiy na komponenty prirodnoy sredy po stepeni ikh znachimosti* [Ranking the Types of Impacts of Peak-Load Mobile Gas Turbine Power Plants Produced on Constituents of the Environment Based on Their Significance] *Sbornik dokladov 7-y Vserossiyskoy nauchno-tehnicheskoy konferentsii «Sovremennye problemy ekologii»* [Proceedings of the 7th All-Russian Scientific Conference «Contemporary Problems of Ecology»]. Tula, 2010, pp. 39—41.

9. 25 MW of Mobile Power. East Hartford (CT), Pratt & Whitney, 2010, 6 p.

About the authors: **Bryukhan' Fedor Fedorovich** — Professor, Doctor of Physics and Mathematics, **Moscow State University of Civil Engineering (MSUCE)**, 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation, pniiis-gip@mail.ru, +7 (495) 922-83-19;

Kos'kin Igor' Olegovich — Leading Engineer, **Scientific and Production Association Gidrotehproekt Open Joint Stock Company**, 55a Oktyabr'skaya Str., Valday City, Novgorod Region, 175400, Russian Federation, ikoskin@yandex.ru.

For citation: Bryukhan' F.F., Kos'kin I.O. Predproektnoe geoekologicheskoe obosnovanie vybora ploshchadok razmeshcheniya mobil''nykh gazoturbinnykh elektrostantsiy na rekreatsionnykh territoriyakh [Geo-Environmental Due Diligence Aimed at Selection of Sites Designated for Accommodation of Mobile Gas Turbine Power Plants in Recreational Lands]. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2012, no. 5, pp. 143—149.